

УЎТ: 626. 627.8.03

ТОМЧИЛАТИБ СУҒОРИШДА СУҒОРИШ ТАРМОҒИНИНГ ОПТИМАЛ ГИДРОМОДУЛИНИ АНИҚЛАШ

Р.Ж.Қаршиев - мустақил тадқиқотчи, А.Уразкелдиев - к.и.х., А.Ҳ.Ражабов - мустақил тадқиқотчи
А.И.Эрназаров - докторант, Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти

Аннотация

Республикада эксплуатация қилинаётган ирригация каналларининг аксарияти XX асрнинг 60–80-йилларида қурилган бўлиб, уларнинг гидравлик параметрлари қишлоқ хўжалиги экинларини суғориш режимлари, асосан ер устидан эгатлаб суғоришга мослаштириб лойиҳаланган ва келтирилган гидромодуль қийматлари ўртача $0,8-1,0 \text{ л/с га}$ ни ташкил қилган бўлиб, каналнинг гидравлик параметрлари қисқа вақт оралиғида катта ҳажмдаги сувларни ўтказишга мўлжалланган. Кейинги 3–4 йилда фермер хўжаликлари ва кластерлар томонидан қишлоқ хўжалиги экинларини суғоришда сув тежовчи технологияларнинг жорий этилиши, суғориш тармоқларини бошқариш бўйича гидравлик усулларни такомиллаштириш, автоматлаштирилган тизимлардан фойдаланиш, мавжуд суғориш тармоқларининг ишлаш режимига ўзгартиришлар киритишни тақозо этмоқда. Томчилатиб суғориш тизимига сув етказадиган суғориш тармоғининг асосий гидравлик параметрларини ҳисоблаш усуллари такомиллаштирилди. Лагранж кўпайтирувчилари усули ҳамда $4365,5 \text{ м}^3/\text{га}$ мавсумий суғориш меъёри, $x=10 \text{ га}$ экин майдони ва $t=1,7 \text{ сут}$, суғориш давомийлиги қийматлари асосида суғориш тармоғи гидромодулининг мақбул қиймат $q=0,88 \text{ л/с}$ аниқланди. Суғориш тармоғидаги сув сатҳининг ўзгариши, томчилаб суғориш технологияси суғориш ленталари томизгичларидан чиқадиган сув миқдори, тупроқ-грунтни намлаш юзаси радиуси ҳамда гидромодуль ўртасидаги чиқиқли регрессия тенгламаси ишлаб чиқилди. Мазкур вазифаларни амалга оширишда қишлоқ хўжалиги экинларни, айниқса, ғўзани суғоришда томчилатиб суғориш технологиясини кенг жорий этилиши учун ирригация каналларида сувни бошқариш тизимини такомиллаштириш, тизим параметрларини ҳисоблашнинг илмий ва амалий аҳамиятга эга бўлган гидравлик асослари ва усулларини ишлаб чиқишга қаратилган илмий тадқиқот ишларини олиб бориш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Таянч сўзлар: суғориш технологияси, гидравлик модели, суғориш тармоғи, ғўза, кластер.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ГИДРОМОДУЛЯ ИРРИГАЦИОННОЙ СЕТИ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ

Р.Ж. Каршиев - независимый исследователь., А.Уразкельдиев - ст.н.с., А.Х. Раджабов - независимый исследователь., А.И. Эрназаров - докторант, Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем

Аннотация

Большинство действующих в стране оросительных каналов были построены в 60-80-е годы XX века, их гидравлические параметры были спроектированы и адаптированы к режимам полива сельскохозяйственных культур, в основном для поверхностного орошения, а средние значения гидромодуля составили $0,8-1,0 \text{ л/с}$, гидравлические параметры канала рассчитывались на перенос больших расходов воды за короткий промежуток времени. В течение ближайших 3–4 лет внедрение водосберегающих технологий при орошении сельскохозяйственных культур фермерскими хозяйствами и «Кластерами» требует совершенствования гидравлических методов управления поливом, использования автоматизированных систем, изменения режима работы существующих оросительных сетей. В статье усовершенствована методика расчета основных гидравлических параметров оросительной сети, подающей воду в систему капельного орошения. Исходя из метода множителей Лагранжа оросительных норм полива $4365,5 \text{ м}^3/\text{га}$ посевной площади $x = 10 \text{ га}$ и $t = 1,7 \text{ сут}$, оптимальное значение гидромодуля оросительной сети составило $q = 0,88 \text{ л/с}$. Разработано уравнение линейной регрессии между изменением уровня воды в оросительной сети, расходом, системы капельного орошения, радиусом увлажняющей поверхности почв и гидромодулем. Одной из важных задач в их реализации является совершенствование системы водопользования для повсеместного внедрения технологии капельного орошения сельскохозяйственных культур, особенно хлопчатника, разработка научных и практических гидравлических основ и методик расчета параметров системы.

Ключевые слова: технология орошения, гидравлическая модель, оросительная сеть, хлопчатник, кластер.

DETERMINATION OF THE OPTIMAL HYDROMODULE OF IRRIGATION NETWORK FOR DRIP IRRIGATION

R.Zh. Karshiev - independent researcher, A. Uraskeldiev-c.a.s., A.H. Radjabov - independent researcher
A.I. Ernazarov - doctoral student, Research Institute of Irrigation and Water Problems

Abstract

Most of the irrigation canals operating in the country were built in the 60s and 80s of the XX century, their hydraulic parameters were designed and adapted to the irrigation regimes of agricultural crops, mainly for surface irrigation, and the average hydromodule values were $0,8-1,0 \text{ l/s}$, the hydraulic parameters of the channel are designed to carry large volumes of water in a short period of time. Over the next 3–4 years, the introduction of water-saving technologies in the irrigation of agricultural crops by farms and "Clusters" requires the improvement of hydraulic methods of irrigation management, the use of automated systems, changes in the operation of existing irrigation networks. Methods for calculating the basic hydraulic parameters of the irrigation network that delivers water to the drip irrigation system have been improved. Based on the method of Lagrange multipliers and the norms of irrigation $4365,5 \text{ m}^3/\text{ha}$, crop area $x = 10$ and $t = 1,7$, the optimal value of the hydromodule of the irrigation network

$q = 0.88$. The equation of linear regression between the change of water level in the irrigation network, the amount of water coming out of the drips of irrigation tapes, the radius of the soil-soil wetting surface and the hydromodule was developed. One of the important tasks in the implementation of these tasks is to improve the water management system in irrigation canals for the widespread introduction of drip irrigation technology in agricultural crops, especially cotton, to develop scientific and practical hydraulic bases and methods of calculating system parameters.

Key words: Irrigation technology, hydraulic model, irrigation network, cotton, cluster.

Кириш. Маълумки, республикаимизда бир йилда ўртача 52 млрд. м³ сув ишлатилади, шундан 80 фоизи трансгегаравий дарёлар ҳиссасига тўғри келиб, қўшни давлатлар ҳудудидаги музликлар ва қорларнинг эриши ҳисобига шаклланади. Олинган сувнинг эса 90 фоизи мамлакатимизнинг қишлоқ хўжалиги соҳасида фойдаланилади. Бироқ, иқлим ўзгариши ва бошқа антропоген таъсирлар оқибатида тоғлардаги музликларнинг сони ва ҳажми кескин камайиб, дарёларнинг сувлилик даражаси пасайиши кузатишмоқда. Чучук ва фойдаланишга яроқли бўлган сув ресурслари танқис бўлиб бораётган шароитда Амударё ва Сирдарё дарёларининг ҳавзасидаги давлатлар, шу жумладан Ўзбекистонда ҳам аҳоли сонининг ўсиши ва иқтисодиёти жадал ривожланиши натижасида сувга бўлган талаб тобора ортиб бормоқда. Бундан кўриниб турибдики, бу каби шароитда қишлоқ хўжалигида сув ресурсларидан самарали ва тежамли фойдаланиш, айниқса, экинларни суғоришда сувни тежайдиган технологиялардан, жумладан, томчилатиб суғориш тизимидан фойдаланишни даврнинг ўзи тақозо этмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 11 декабрдаги “Қишлоқ хўжалигида сувни тежайдиган технологияларни жорий этишни янада жадал ташкил этиш чора-тадбирлари тўғрисида”ги Қарорига асосан қишлоқ хўжалиги экинларини етиштиришда томчилатиб ва ёмғирлатиб суғориш тизимларини ҳамда ерни лазерли ускуна ёрдамида текислаган ҳолда дискретли суғориш усулини жорий қилиш суръатини беш баробарга ошириш, яъни 2021 йилда 230 минг гектар майдонда мазкур технологияларни жорий қилиш ҳамда суғориладиган 200 минг гектар майдонларни лазерли ускуна ёрдамида текислаш орқали сувдан фойдаланиш самарадорлигини ошириш бўйича тақлифи маъқулланди [1].

Томчилатиб суғориш тизими жаҳоннинг қишлоқ хўжалиги тараққий этган кўпгина мамлакатларида ҳам жорий этилган бўлиб, кенг жамоатчилик ва илмий жиҳатдан интенсив технология деб тан олинган. Суғориш технологияси ва суғориш тармоғи тизимини динамик бошқаришнинг гидравлик моделини ишлаб чиқиш учун ғўзанинг илдиз тизимидаги намлик, томчилатиб суғориш тизими ҳамда суғориш тармоғидаги автоматлаштирилган сув тўсувчи иншоотнинг динамик характеристикаларини бошқаришнинг имитацион математик моделидан фойдаланилди.

Имитацион математик моделни ишлаб чиқиш учун томчилатиб суғориш тизимида сув етказадиган суғориш тармоғининг асосий гидравлик параметрларини ҳисоблаш усуллари такомиллаштирилди ҳамда “Дала-томчилаб суғориш технологияси-суғориш тармоғи” тизимини гидродинамик бошқаришнинг корреляция боғлиқлик модели ишлаб чиқилади. Томчилатиб суғоришда С.Маматов, Ф.Абдуллаев, С.Гафоровлар бир қанча тадқиқот ишлари олиб боришган ва ҳозирги кунда вилоятларда ташкил қилинган сервис гуруҳ иштирокчиларига ўз маслаҳатларини бериб келмоқдалар [2].

Масаланинг қўйилиши ва ечиш усуллари:

1. Томчилатиб суғориш тизимига сув етказадиган суғориш тармоғининг асосий гидравлик параметрларини ҳисоблаш усуллари такомиллаштириш. Суғориш тармоғини лойиҳалашда ва улардан фойдаланишда қишлоқ хўжалиги экинларига бериладиган секундли сув сарфи-

ни билиш зарур. Яъни, тизимда сув истеъмолини қиёсий баҳолашда гидромодулдан фойдаланиш яхши натижа беради. Суғориш тармоқларининг асосий параметрларини ҳисоблашда қўлланиладиган гидромодуль катталигини умумий таҳлили амалга оширилади. Бунинг учун қуйидаги формуладан фойдаланилади [3]:

$$q(x, y, t) = \frac{x \cdot y \cdot k}{86,4 \cdot t} \quad (1)$$

бу ерда: x – массивдаги жами экин майдонларида томчилатиб суғориш тизими жорий этилган майдон улуши, %; y – суғориш меъёри, м³/га; k – мелиоратив юклама коэффициенти. Тупроқнинг турли механик хусусиятларига боғлиқ равишда, коэффициент қиймати: 0,3; 0,4 ва 0,5 қийматларни қабул қилади [4,5]; t – суғориш давомийлиги, сут.

(1) формула билан ҳисобланган гидромодуль катталиги, томчилатиб суғориш технологияси жорий этилган суғориш массивини сувга бўлган талабини баҳолаш ҳамда суғориш тармоқлари гидромодулининг қийматини ортиқчаллигини аниқлашнинг қисман имконини беради.

Энди (1) формулани бир неча ўзгарувчиларнинг функцияси сифатида кўриб чиқилади. Маълумки, турли экинларнинг суғориш меъёрларининг қиймати йилнинг сувлилик таъминотида боғлиқ равишда ўзгаради. Шу сабабли, экин майдони ва вақтни ўзгарувчан деб қараш мумкин, у ҳолда $q(x, y, t)$ – учта ўзгарувчига боғлиқ функция деб қараш мумкин [4, 5]. Тушунарли бўлиши учун $q(x, y, t)$ ни графигини бир қанча ўзгарувчилар суперпозицияси сифатида иллюстрацияси келтирилди [6]:

$$q \cdot 86,4 \cdot t = x \cdot y \cdot k \quad (2)$$

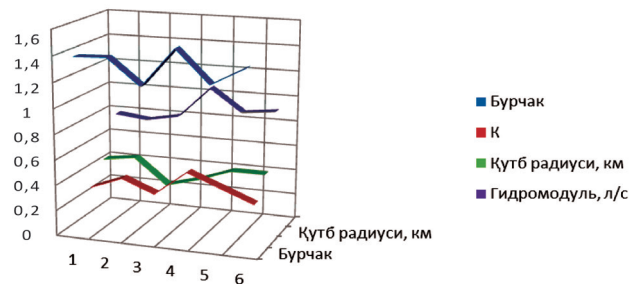
Қуйидаги белгилашлар киритилади:

$$\left. \begin{aligned} r &= 86,4 \cdot \frac{q \cdot t}{\sin \varphi} \\ \varphi &= \arccos \left(\frac{x \cdot y}{r} \right) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Фазода r ва φ текисликларининг графиги қуйидаги кўринишга эга бўлади (1-расм).

Олинган чиқиқли функцияни текисликка проекцияланган K нинг турли қийматларида эгри чиқиқлар оиласига эга бўлиш мумкин. Ушбу эгри чиқиқлар орқали экин майдони ва суғориш меъёрига боғлиқ ҳолда гидромодулни геометрик ифодалаш мумкин. Ундан ташқари r ва φ лар иккита ўзгарувчининг функциялари бўлиб ҳисобланади [7, 8].

Шундай қилиб, суғориш меъёри, экин майдони ва вақтнинг турли қийматларида гидромодуль қийматларини топиш мумкин [9]. Уларни боғлаб тахминий функция



1-расм. Гидромодулни суғориш давомийлиги, суғориш меъёри ва майдонига боғлиқ равишда ўзгариш динамикаси

графикига эга бўлиш мумкин. Ушбу функциянинг шартли экстремуми топилади. Бунинг учун қуйидагича фараз қилинади, яъни суғориш меъёри, массивда томчилатиб суғориш тизими жорий этилган майдон улуши ва суғориш давомийлиги каби ўзгарувчиларнинг қийматлари Φ функция қийматига тенг ёки кичик деб фараз қилинади [10,11]:

$$ax + by + ct \leq \Phi \quad (4)$$

бу ерда: a, b, c - эмпирик коэффициентлар.

Мақсад гидромодуль экстремумини топиш ҳисобланади. Шу сабабли ушбу масала стандарт кўринишга келтирилади:

$$q = \frac{x \cdot y \cdot k}{86,4 \cdot t} \rightarrow \min \left\{ \begin{array}{l} ax + by + ct \leq \Phi \end{array} \right. \quad (5)$$

Энди Лагранж функцияси тузилади:

$$F(x, y, t, \lambda) = \frac{x \cdot y \cdot k}{86,4 \cdot t} + \lambda(ax + by + ct - 4802) \quad (6)$$

Лагранж функциясининг x, y, t ва λ ўзгарувчилар бўйича хусусий ҳосилаларини топиб, нолга тенглаб қуйидаги тенгламалар системаси ҳосил бўлади [12]:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\partial F}{\partial x} = \frac{y \cdot k}{86,4 \cdot t} + a\lambda = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial y} = \frac{x \cdot k}{86,4 \cdot t} + b\lambda = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial t} = -\frac{x \cdot y \cdot k}{86,4 \cdot t^2} + c\lambda = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial \lambda} = ax + by + ct - 4802 = 0 \end{array} \right\} \quad (7)$$

Тегишли математик амалларни бажариб, (7) тенгламалар системасининг ечими топилади:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\partial F}{\partial x} = \frac{y \cdot k}{86,4 \cdot t} + a\lambda = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial y} = \frac{x \cdot k}{86,4 \cdot t} + b\lambda = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial t} = -\frac{x \cdot y \cdot k}{86,4 \cdot t^2} + c\lambda = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial \lambda} = ax + by + ct - 4802 = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \quad (8)$$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} a = 480,2 \\ b = 1,1 \\ c = 2825 \\ \lambda = 0,019 \end{array} \right] \Rightarrow \left[\begin{array}{l} x = 10 \\ y = 4365,5 \\ t = 1,7 \\ q = 0,88 \end{array} \right]$$

2. "Дала-томчилаб суғориш технологияси-суғориш тармоғи" тизимини гидродинамик бошқаришнинг корреляция боғлиқлик модели. Ёўза майдонларини томчилатиб суғориш технологиясига суғориш тармоғининг гидравлик параметрларини мослаштириш учун чиқаётган сув сарфи Q_1 , тупроқ грунтнинг намланиши θ , тупроқ намлик потенциали $P_{мин}$, суғориш томизгичларидан чиқаётган сув миқдори намлайдиган юза радиусининг эҳтимоллик зичлиги $f(\rho)$, суғориш каналида сув тўсувчи иншоот затворлари ҳолатига $\alpha_{затвор}$ ҳамда сув тўсувчи иншооти ҳосил қилган оқимнинг димланиши (подпор) натижасида ҳосил бўладиган оқимнинг энг катта чуқурлиги h , гидромодуль $q_{зудро}$ каби ўзгарувчилар ўртасидаги корреляция боғланишни топиш асосий масала ҳисобланади [13,14].

Амалиётдаги кўпгина масалаларни ечишда 3 та ўзгарувчилар, ҳаттоки 2 та ўзгарувчилар ўртасида қатъий функционал боғлиқликни топиш жуда мушкул иш. Шу сабабли ушбу масалани амалга оширишда стохастик боғлиқликлардан фойдаланилади. Жумладан, икки ёки ундан ортиқ ўзгарувчилар ўртасида стохастик боғлиқликни ўрнатиш учун корреляция таҳлил усулидан фойдаланилади. Яъни корреляция таҳлили бир ўзгарувчининг қийматларини ўзгариши билан қолган ўзгарувчиларни қийматларини

ўзгариш қонуниятларини ўрганиш ҳисобланади. Бундай ҳолларда иккита катталик боғлиқсиз ўзгарувчилар ёки аргументлар деб аталади, учунчиси эса боғлиқли ўзгарувчи бўлиб функция деб аталади [15,16,17].

Энди асосий масалага қайтадиган бўлсак $Q_1, \theta, P_{мин}, f(\rho), \alpha_{затвор}, h, q_{зудро}$ ва катталиклардан асосийларини ажратиб олинади [18]. Улар: $q_{зудро}, f(\rho)$ ва h , ушбу катталиклар қуйидагича чизикли боғлиқликка эга деб фараз қилинади:

$$q_{гм} = ah + bf(\rho) + c \quad (9)$$

бу ерда: a, b, c - эмпирик катталиклар.

Энди (9) тенгламани параметрлари аниқланади. Бунинг учун ўзгарувчан катталиклар қийматларининг корреляция коэффициентларини аниқлаш орқали амалга оширилади [19, 20].

(9) тенглама қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$q_{гм} - \bar{q}_{гм} = a(h - \bar{h}) + b(f(\rho) - \bar{f}(\rho)) \quad (10)$$

бу ерда: $\bar{q}_{гм}, \bar{h}, \bar{f}(\rho)$ лар $q_{гм}, h, f(\rho)$ катталикларни ўртача арифметик қийматлари.

(10) тенгламадаги учта ўзгарувчилар $q_{гм}, h, f(\rho)$, ўртасидаги яхши боғлиқлик, корреляциянинг умумий коэффициенти R орқали аниқланади [21].

$$R = \sqrt{\frac{\Gamma_{qh}^2 + \Gamma_{qf}^2 - 2\Gamma_{qh}\Gamma_{qf}\Gamma_{hf}}{1 - \Gamma_{hf}^2}} \quad (11)$$

бу ерда: $\Gamma_{qh}, \Gamma_{qf}, \Gamma_{hf}$ - корреляциянинг жуфт коэффициентлари. Корреляциянинг умумий коэффициенти R қуйидаги хоссага эга:

1. $R \in [0; 1]$;
2. агарда $R=0$ бўлса, у ҳолда $q_{гм}$ ўзгарувчи h ва $f(\rho)$ ларга чизикли боғлиқ бўлмайди.
3. R нинг қиймати 1 га яқинлашса ўзгарувчилар ўртасида яхши чизикли боғлиқлик мавжуд бўлади.

(11) тенгламадаги корреляциянинг жуфт коэффициентлари қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисобланади.

$$\Gamma_{qh} = \frac{\sum \Delta h \Delta v}{\sqrt{\sum \Delta h^2 + \sum \Delta q^2}}, \quad \Gamma_{qf(h)} = \frac{\sum \Delta f \Delta v}{\sqrt{\sum \Delta f^2 + \sum \Delta q^2}}, \quad (12)$$

$$\Gamma_{hf} = \frac{\sum \Delta h \Delta f}{\sqrt{\sum \Delta h^2 + \sum \Delta f^2}}$$

бу ерда: $\Delta h = h_i - \bar{h}$, $\Delta f(\rho) = f_i(\rho) - \bar{f}(\rho)$, $\Delta q_{гм} = q_i - \bar{q}$

(11) ва (12) тенгламалардан корреляция жуфт коэффициентларини ва корреляциянинг умумий коэффициенти аниқланади. Сонли ечимлардан кўринадиги излаётган $q_{гм}, h, f(\rho)$ ўзгарувчилар ўртасидаги ишончли корреляцион боғланиш мавжуд экан. Энди (10) чизикли регрессия тенгламасидаги a ва b параметрлари аниқланади:

$$a = \frac{\delta_q \Gamma_{qh} - \Gamma_{qf} \Gamma_{hf}}{\delta_h - \Gamma_{hf}^2}, \quad b = \frac{\delta_q \Gamma_{qf} - \Gamma_{qh} \Gamma_{hf}}{\delta_{f(\rho)} - \Gamma_{hf}^2} \quad (13)$$

бу ерда: $\delta_q, \delta_h, \delta_{f(\rho)}$ - $q_{гм}, h, f(\rho)$ ўзгарувчиларнинг мос равишда ўртача квадратик оғиши.

$$\delta_q = \sqrt{\frac{\sum \Delta q^2}{n}}, \quad \delta_h = \sqrt{\frac{\sum \Delta h^2}{n}}, \quad \delta_{f(\rho)} = \sqrt{\frac{\sum \Delta f(\rho)^2}{n}} \quad (14)$$

бу ерда: n - кузатувларнинг умумий сони.

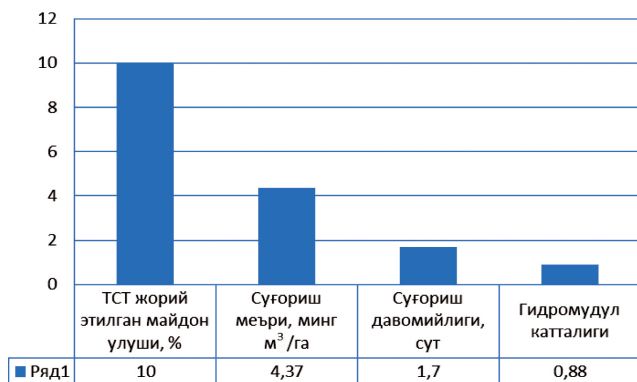
a ва b параметр қийматларини (10) тенгламага қўйиб, натижада суғориш тармоғидаги сув сатҳининг ўзгариши, томчилаб суғориш технологияси суғориш томизгичларидан чиқадиغان сув миқдорини тупроқ-грунтни намлаш юзаси радиуси ҳамда гидромодуль ўртасидаги чизикли регрессия тенгламасига эга бўлдиқ [22].

$$q_{гм} - \bar{q}_{гм} = a \left[\int \hat{C}^2 \hat{R} - \hat{I} F_r \right] \hat{\omega} dl - \bar{h} + b \left[\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\delta_{\rho i} \sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{(\rho - \mu_{\rho})^2}{2\delta_{\rho i}^2} \right) - \bar{f}(\rho) \right] \quad (15)$$

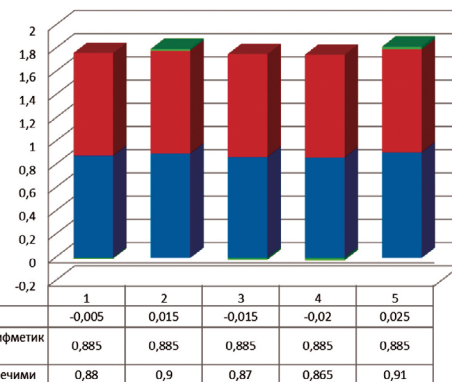
(15) регрессия тенгламасининг ўртача квадратик хатолиги қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$S_{q_{\text{гм}}} = \pm \delta \sqrt{\frac{1 - \Gamma_{qh}^2 - \Gamma_{qf}^2 + 2\Gamma_{qh}\Gamma_{qf}\Gamma_{hf}}{1 - \Gamma_{hf}^2}} \quad (16)$$

Натижалар таҳлили ва мисоллар. Лагранж кўпайтирувчилари усули ҳамда суғориш меъёри, экин майдони ва суғориш давомийлиги қийматлари асосида суғориш тармоғи гидромодулининг оптимал қиймати топилди (2, 3-расмлар). Лагранж кўпайтирувчилари усули ҳамда 4365,5 м³/га мавсумий суғориш меъёри, $x=10$ га экин майдони ва $t=1,7$ сут суғориш давомийлиги қийматлари асосида суғориш тармоғи гидромодулини мақбул қиймати 0,88 л/с аниқланди.



2-расм. Суғориш гидромодулининг оптимал қиймати



3-расм. Чизикли регрессия тенгламасининг сонли ечими

Хулоса. Томчилатиб суғориш тизимига сув етказадиган суғориш тармоғининг асосий гидравлик параметрларини ҳисоблаш усуллари такомиллаштирилди. Лагранж кўпайтирувчилари усули ҳамда 4365,5 м³/га мавсумий суғориш меъёри, $x=10$ га экин майдони ва $t=1,7$ сут суғориш давомийлиги мавсумий қийматлари асосида суғориш тармоғи гидромодулининг мақбул қиймати 0,88 л/с аниқланди. Суғориш тармоғидаги сув сатҳининг ўзгариши, томчилаб суғориш технологияси суғориш томизгичларидан чиқадиган сув микдори, тупроқ-грунтни намлаш юзаси радиуси ҳамда гидромодуль ўртасидаги чизикли регрессия тенгламаси ишлаб чиқилди.

№	Адабиётлар	References
1	Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 11 декабрдаги "Қишлоқ хўжалигида сувни тежайдиган технологияларни жорий этишни янада жадал ташкил этиш чора-тадбирлари тўғрисида"ги қарори. – Тошкент, 2020.	Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan dated December 11, 2020 <i>Kishlok khuzhaligida suvni tezhaydigan texnologiyalarni xorijiy etishni yanada zhadal tashkil chora-tadbirlari tugrisida</i> ["On measures to further accelerate the introduction of water-saving technologies in agriculture"]. Tashkent. 2020. (in Uzbek)
2	С. Маматов, Ф. Абдуллаев, С. Гаффоров. Экинларни томчилатиб суғориш тизимининг сув ховузини ташкил қилиш тартиби. Сув тежовчи суғориш технологиялари илмий-тадқиқот консалтинг маркази. – Тошкент, 2017.	S. Mamatov, F. Abdullaev, S. Gafforov. <i>Ekinlarni tomchilatib sugorish tizimining suv khovuzini tashkil kilish tartibi</i> [The order of organization of the pool of drip irrigation system]. Water-saving irrigation technology research consulting center. Tashkent. 2017. (in Uzbek)
3	Н. Муродов, М. Авлакулов. Гидродинамическая модель управления режимом влагопереноса в верхних слоях зоны аэрации //European Conferenc on Innovations in Technical and Natural sciences, February 2016, Austria, Vienna.	N. Murodov, M. Avlakulov <i>Gidrodinamicheskaya model' upravleniya rezhimom vlagoperenosa v verkhnikh sloyakh zony aeratsii</i> [A hydrodynamic model for controlling the moisture transfer regime in the upper layers of the aeration zone]. European Conferenc on Innovations in Technical and Natural Sciences, February 2016, Austria, Vienna. (in Russian)
4	Махмудов И.Э., Эшев С., Мурадов Н.К. Гидравлическая модель процесса переноса гомогенной смеси в гидроморфных средах, обусловленного изменением уровня подземных вод // Журнал "Проблемы Механики". – Ташкент, 2013. – №2. – С. 27-32.	Makhmudov I.E., Eshev S., Muradov N.K. <i>Gidravlicheskaya model' protsessa perenosa gomogennoy smesi v gidromorfnykh sredakh, obuslovlennogo izmeneniyem urovnya podzemnykh vod</i> [Hydraulic model of the process of transfer of a homogeneous mixture in hydromorphic media, caused by a change in the level of groundwater]. Journal of Problems of Mechanics. Tashkent, 2013 No2, Pp. 27-32. (in Russian)
5	Махмудов И.Э., Махмудова Д.Э., Курбонов А.И. Гидравлическая модель конвективного влаго-солепереноса в грунтах при орошении сельскохозяйственных культур // Журнал "Проблемы механики" – Ташкент, 2012. – №2.	Makhmudov I.E., Makhmudova D.E., Kurbonov A.I. <i>Gidravlicheskaya model' konvektivnogo vlogo-soleperenosa v gruntakh pri oroshenii sel'khozkul'tur</i> [Hydraulic model of convective moisture-salt sludge in soils during irrigation of agricultural crops]. Journal of Problems of Mechanics. Tashkent. 2012 No2. (in Russian)
6	Холиқова Н. А., Рустамов А. С., Шарипов А. К. Ўзбекистон ҳудудига қишлоқ хўжалиги автоном транспорт воситалари (тракторлари) да эроглонавигация тизимларидан фойдаланиш бўйича тавсияларни ишлаб чиқиш // Архив научных исследований. – 2020. – №30.	Xoliqova N. A., Rustamov A. S., Sharipov A. K. <i>Uzbekiston khududida kishlok khuzhaligi avtonom transport vositalari (traktorlari) da eroglonass navigatsiya tizimlaridan foydalanish buyicha tavsiyalarni ishlab chikish</i> [Development of recommendations on the use of eroglonass navigation systems in autonomous autonomous vehicles (tractors) in the territory of uzbekistan]. Archive of Scientific Research. 2020. No 30. (in Uzbek)
7	Х.О. Лапасов, Х.С. Хусанбаева Ўтлоқи бўз тупроқлар шароитида гузанинг "Ан-боёвут-2" ва "Пахтакор-1" навининг суғориш усуллари пахта ҳосилдорлигига таъсири // "Irrigatsiya va Melioratsiya" журнали. – Тошкент, 2017. – №2(8).	X.O. Lapasov, X.S. Khusanbaeva. <i>Utlolqi buz tuproklar sharoitida guzaning an-boyovut-2 va paxtakor-1 navining sugorish usullarini paxta hosildorligiga tasiri</i> [Influence of irrigation methods of cotton varieties an-boyovut-2 and paktakor-1 on cotton yield in the conditions of grassland gray soils]. Irrigation and Melioration. 2017. №2(8) (in Uzbek)

8	Халмуратов. Р. О путях развития инженерно-технологического образования // ТошДТУ хабарлари. – Тошкент, 2018. – 166 с.	Khalmuradov, R. Khalmuradov, R. "O putyakh razvitiya inzhenerno-tekhnologicheskogo obrazovaniya" [ways of development of engineering and technological education] ToshDTU khabarlari. Tashkent. 2018. 166 p. (in Russian)
9	Фазлиев Ж. Ш. Боғларда томчилатиб сугориш технологияси // Интернаука. – 2017. – №7-3. – Б. 71-73.	Fazliev J. Sh. <i>Boglarda tomchilatib sugorish texnologiyasi</i> [Drip irrigation technology in gardens] Internauka. 2017. No7-3. Pp. 71-73. (in Uzbek)
10	Каримова О. Ю., Айтмуратов Ш. Техника и технология бороздового полива в малоклонных и безуклонных условиях Республики Каракалпакстан» // "Сув ҳўжалиги ва сугориладиган ерларни мелiorациясини долзарб муаммолари" мавзuidaги илмий-амали конференция. – Тошкент, 2011.	Karimova O. Yu., Aitmuratov Sh. Karimova O. YU., Aytmuratov SH. <i>Tekhnika i texnologiya borozdovogo poliva v malouklonnykh i bezuklonnykh usloviyakh respubliki Karakalpakstan</i> [Technology and technology of furrow irrigation in low-incline and beach-free conditions of the republic of Karakalpakstan] Current issues of water management and reclamation of irrigated lands. Tashkent. 2011. (in Russian)
11	Болтаев А. "Ўзбекистонда сун'ий сугориш тизимининг ривожланиши тарихи ва бугунги ҳолати." Архив Научных Публикаций JSPI. 2020. – Б.1-10.	Boltaev A. Uzbekistonda sun'iy sugorish tizimining rivozhlanishi tarixi va bugungi holati "History and current state of development of artificial irrigation systems in Uzbekistan." Archive Nauchnyx Publications JSPI. 2020. Pp. 1-10. (in Uzbek)
12	Ходжимухаммедова, Ш. И., Ё. Н. Насуллаева, and Г. М. Қўчқарова. "Сув ҳўжалигида инновацион технологияларни жорий этишнинг аҳамияти." Science and Education 1.9 (2020).	Xodjimuxammedova, Sh. I., Yo. N. Nasullaeva, and G. M. Kochkarova. <i>Suv khuzhaligida innovasion texnologiyalarni zhoriy etishning ahamiyati</i> [The importance of introducing innovative technologies in water management] Science and Education 1.9 (2020). (in Uzbek)
13	Авлиёқулов, М. А. Асосий ва такрорий парварилентан ўрта-ингичка толали ғўза навларининг эгат бўлаклари бўйича сугориш технологияси ва пахта ҳосилдорлиги". "Irrigatsiya va Melioratsiya" журнали. – Тошкент, 2016. – №4. – Б. 9-11.	Avliyoqulov, M. A. <i>Asosiy va takroriy parvarishlangan urta-ingichka toali guza navlarining egat bulaklari buyicha sugorish texnologiyasi va pakhta khosildorligi</i> [Irrigation technology and cotton production on the egat parts of main and secondary-carried medium-fine fiber cotton varieties] Journal Irrigation and Melioration. Tashkent. 2016. No4. Pp. 9-11. (in Uzbek)
14	Т.Ш. Маждидов. Влияние изменения климата на водное хозяйство и меры адаптации // "Irrigatsiya va Melioratsiya" журнали. – Ташкент, 2017. – №2(8).	T.Sh. Mazhidov. <i>Vliyanie izmeneniya klimata na vodnoye khozyaystvo i mery adaptatsii</i> [Impact of climate change on water management and adaptation measures] Journal Irrigation and Melioration. Tashkent. 2017. No.2(8). (in Russian)
15	С.С.Таджиев. Ўзбекистондаги илғор замонавий сув тежовчи технологияларини қўллаш бўйича амалий семинар ташкил этилди // "Irrigatsiya va Melioratsiya" журнали. – Тошкент, 2017. –№2(8).	S.S.Tadjiev. <i>Uzbekistondagi ilgor zamonaviy suv tezhovchi texnologiyalarini kullash buyicha amaliy seminar tashkil etildi</i> [A practical seminar on the application of advanced modern water-saving technologies in Uzbekistan was organized] Journal Irrigation and Melioration. 2017. №2(8) (in Uzbek)
16	Хамидов, М. Х., Жалолов А. Сув ресурсларини оқилона бошқариш, уларни иқтисод қилиш ва самарали фойдаланиш муаммолари // "Irrigatsiya va Melioratsiya" журнали. – Тошкент, 2015. – №1. – Б. 28-33.	Xamidov M. X., Jalolov A. <i>Suv resurslarini okilona boshkarish, ularni iktisod kilish va samarali foydalanish muammolari</i> [Problems of rational management of water resources, their economy and efficient use]. Journal Irrigation and Melioration. Tashkent. 2015. No1, Pp.28-33. (in Uzbek)
17	С. С. Ходжаев, С. С. Таджиев, М. П. Ташханова. "Водосбережение как механизм адаптации к изменению климата в агропромышленном комплексе Узбекистана. // Журнал "Irrigatsiya va Melioratsiya". – Ташкент. 2017. №3. – С. 20-25.	S.S. Khodzhaev, S.S.Tadjiev, M.P.Tashkhanova. <i>Vodoberezhniye kak mekhanizm adaptatsii k izmeneniyu klimata v agropromyshlennom komplekse Uzbekistana</i> [Water conservation as a mechanism for adapting to climate change in the agro-industrial complex of Uzbekistan] Journal Irrigation and Melioration. Tashkent. 2017. No3. Pp. 20-25. (in Russian)
18	Махмудов И.Э. Гидравлическая модель процесса переноса гомогенной смеси в гидроморфных средах, обусловленного изменением уровня подземных вод // Проблемы механики. – Ташкент, 2013. – № 2. – С. 27-31.	Makhmudov I.E. <i>Gidravlicheskaya model' protsessa perenosa gomo-gennoy smesi v gidromorfnykh sredakh, obuslovlennogo izmeneniyem urovnya podzemnykh vod</i> [Hydraulic model of the process of transfer of a homogeneous mixture in hydromorphic media, caused by changes in the level of groundwater] // Problems of mechanics. Tashkent. 2013. No.2. Pp. 27-31. (in Russian)
19	Мавлянова Г. Д. "Ўзбекистонда томчилатиб сугориш ва унинг самарадорлиги". Scientific progress 1.2 (2020).	Mavlyanova G. D. <i>Uzbekistonda tomchilatib sugorish va uning samaradorligi</i> [drop irrigation and its efficiency in uzbekistan] Scientific progress 1.2 (2020). (in Uzbek)
20	Дурдиев Ҳ.М. Куйи Амударё ва Фарғона водийси худудларида ер ости ва зовур сувларидан қишлоқ ҳўжалиги экинларини сугоришда фойдаланиш, ИСМИТИ. – Тошкент, 2015. – Б. 250-253.	Durdiev HM Kuyi Amudaryo va Fargona vodiysi khududlarida yer osti va zovur suvlaridan kishlok khuzhaligi ekinlarini sugorishda foydalanish [The use of groundwater and ditch water in the irrigation of agricultural crops in the Lower Amudarya and Fergana Valley] ISMITI. Tashkent, 2015. Pp. 250-253. (in Uzbek)
21	Gofurov, Jasur. "Уструшона қишлоқ маконларини шаклланишида сун'ий сугориш тизимининг ўрни." Архив Научных Публикаций JSPI (2020).	Gofurov, Jasur. <i>Ustrushona kishlok makonlarini shakllanishida sun'iy sugorish tizimining urni</i> [The Role of Artificial Irrigation Systems in the Formation of Ustrushona Rural Areas] Archive Nauchnyx Publication JSPI (2020). (in Uzbek)
22	Муродов О. У. Қишлоқ ҳўжалигида томчилатиб сугориш технологияларидан фойдаланиш самарадорлиги // Science and Education. 2020. – Том 1. – №1. – Б.177-184.	Murodov O. U. <i>Kishlok khuzhaligida tomchilatib sugorish texnologiyalaridan foydalanish samaradorligi</i> [Efficiency of using drop irrigation technologies in agriculture] Science and Education. 2020. Vol 1. No1. Pp. 177-184. (in Uzbek)